

PYÖRÖPAALAUKSEN KONEKETJUT JA KUSTANNUKSET

Tanja Tiainen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Luonnonvara- ja ympäristöala





Tekijä(t) TIAINEN, Tanja	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 15.04.2013
	Sivumäärä 37	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi PYÖRÖPAALAUKSEN KONEKETJUT JA KUSTANNUKSET		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) HAAPAKOSKI, Toni		
Toimeksiantaja(t) Maitoa- ja naudanlihaa Keski-Suomesta -hanke		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tilaajana toimi Maitoa ja naudanlihaa Keski-Suomesta koulutushanke. Työn tavoitteena oli selvittää pyöröpaalauksen kustannustehokkain koneketju ja tarkoituksena on antaa viljelijöille, opiskelijoille ja muillekin alan ammattilaisille puolueetonta tietoa pyöröpaalauksesta. Opinnäytetyössä kerrotaan pyöröpaalauksesta, pyöröpaalauksen historiasta ja pyöröpaalauksen erilaisista koneketjuista. Työssä on pohdittu myös kustannuksia ja logistiikkaa. Vertailtavia koneketjuja olivat yksikköpaalain verkkosidonnalla ja käärijä, yksikköpaalain verkko- tai muovisidonnalla ja tuubikäärijä sekä yhdistelmäpaalain verkko- tai muovisidonnalla.</p> <p>Kustannustehokkainta koneketjua etsittiin laskelmien avulla. Laskelmat tehtiin oletusarvoin, koska kaikki kustannukset muuttuvat tilakohtaisesti. Oletusarvoina käytettiin valmistajien ja kauppiaiden antamia tietoja, omia kokemuksia ja haastatteluita, joita tehtiin tiloilla, joissa rehunkorjuu menetelmänä on pyöröpaalaus. Laskelmista ei suoraan selvinnyt, mikä olisi paras ja edullisin koneketju, mutta laskelmat antoivat suuntaa ja niistä pystyi hahmottamaan, kuinka kustannukset jakautuivat eri koneketjuissa.</p> <p>Pyöröpaalauksen kustannukset vaihtelivat koneketjujen välillä. Halvimmillaan pyöröpaalin hinnaksi tuli 8,13€ ja kalleimmillaan 10,96€. Koneketjuissa, joissa säästöjä syntyi työtehokkuudesta ja muovin säästöstä, työkoneet olivat todella arvokkaita, jotka vastaavasti nostivat kustannuksia. Paalien määrä, joita yhdellä muovirullalla saadaan aikaiseksi, vaihteli suuresti. Paalien määrä oli kahdestakymmenestä viiteenkymmeneen. Laskelmissa ei laskettu paalien kuljetusta tilakeskukseen eikä vertailtu pyöröpaalausta muihin säilörehun korjuumenetelmiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Rehunkorjuu, pyöröpaalaus, koneketjut, muovisidonta, kustannukset, logistiikka		
Muut tiedot		



Author(s) TIAINEN, Tanja	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 15.04.2013
	Pages 37	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title MACHINE CHAINS AND EXPENSES OF BALING		
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) HAAPAKOSKI, Toni		
Assigned by Milk and Beef from Central Finland education project		
Abstract <p>This study was commissioned by Milk and Beef from Central Finland education project. The objective of this thesis was to find out the most cost efficient machine chain for baling and offer unbiased information to farmers, students and professionals. The thesis describes baling, the history of baling and the different machine chains for baling. Also the expenses and logistics are discussed in the thesis.</p> <p>Calculations were made to discover the most cost efficient machine chain. Default values were used in the calculations because all the expenses are subjected to change. Information from producers and retailers as well as own knowledge and interviews of farmers using the baling system were used as default values. The Calculations did not clarify which the best and most cost efficient machine chain would be but they gave an idea of how the expenses are divided in the different machine chains.</p> <p>Baling expenses varied between the different machine chains. The Price of the cheapest round bale was 8,13 € and the most expensive one 10,96 €. Machinery with the best work efficiency and wrapper saving were the most expensive ones and that then led to price increase in bales. On the other hand, in the machine chains which were not as work efficient, the wrapper was saved. Transportation of bales was not accounted into the calculations and baling was not compared to other silage harvest methods.</p> <p>.</p>		
Keywords Harvest, baling, machine chains, plastic wrapping, expenses, logistics		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	TYÖN LÄHTÖKOHDAT	3
1.1	Tavoite	3
1.2	Maitoa ja naudanlihaa Keski-Suomesta -koulutushanke	3
2	PYÖRÖPAALAUKSEN HISTORIA.....	4
3	PYÖRÖPAALAUUS	5
3.1	Pyöröpaalaus Suomessa	5
3.2	Toimintatekniikka.....	5
3.3	Muuttuvakammioinen ja kiinteäkammioinen pyöröpaalain.....	7
4	PYÖRÖPAALAUKSEN KONEKETJUT	9
4.1	Koneketjut	9
4.2	Yksikköpaalain ja käärijä	10
4.3	Yksikköpaalain ja tuubikärijä.....	11
4.4	Yhdistelmäpaalain	12
4.5	Koneketjuihin vaadittavat traktorit	13
5	SIDONTA JA KÄÄRINTÄ	14
5.1	Verkkosidonta	14
5.2	Muovisidonta	15
5.3	Käärintämuovi.....	16
5.4	Käärityn paalin käsittely	17
6	KUSTANNUKSET.....	19
7	LOGISTIikka.....	20
7.1	Pyöröpaalien kuljetus.....	20
7.2	Yksitystiet.....	22
8	LASKELMAT.....	22
8.1	Viljelijähaastattelut	22

8.2	Oletukset ja hinnat	23
8.3	Laskelmien tulokset.....	24
8.4	Yhteenveto.....	30
9	POHDINTA	31
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	35
	Liite 1 Viljelijähaastattelun apukysymykset.....	35
	Liite 2 Koneluettelo	37

KUVIOT

KUVIO 1.	Ensimmäinen pyöröpaalain teki pieniä paaleja (Cardcow 2013)	4
KUVIO 2.	Muuttuvakammiosen pyöröpaalaimen hihnasto (New Holland 2013)	7
KUVIO 3.	Kiinteäkammioisen paalaimen telat (Agronic 2013).....	8
KUVIO 4.	Yksikköpaalain (Agronic 2013)	10
KUVIO 5.	Yksikkökäärijä (Agronic 2013)	10
KUVIO 6.	Tuubikärijässä voi käyttää muovilla tai verkolla sidottuja paaleja (Agronic 2013)	11
KUVIO 7.	Verkkosidottu paali (Pentti 2010a.)	15
KUVIO 8.	Muovilla sidottu paali (Agronic 2013)	16
KUVIO 9	Pystyynkääntäjä on mahdollista irroittaa (Agronic 2013.).....	18
KUVIO 10.	Kuormaliinojen saaminen korkealle voi olla hankalaa (Tiainen 2012)	21
KUVIO 11.	Kokonaiskustannuksien määrä	24
KUVIO 12.	Kustannusten jakautuminen	25
KUVIO 13.	Paalin yksikköhinta, jos hehtaarilta saadaan 20 paalia	25
KUVIO 14.	Konekustannusten määrä hehtaaria kohden	26
KUVIO 15.	Kustannusten jakaantuminen	27
KUVIO 16.	Palkkakustannus vaihtelee suuresti koneketjusta riippuen	27
KUVIO 17.	Käärintämuovirullalla saatavien paalien määrä on vaihteleva.....	28
KUVIO 18.	Paalia kohden laskettu muovikustannus	29

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Tavoite

Pyöröpaalaus on yksi yleisimmistä rehunkorjuu menetelmistä Suomessa. Pyöröpaalaus soveltuu hyvin Suomen monenkokoisille lohkoille, vaihteleviin sääolosuhteisiin ja pitkiin kuljetusmatkoihin. Pyöröpaalauksen etuna on se, että sillä voidaan korjata useita kasveja, kuten olkea, rehua, kuivaheinää ja ruokohelpeä. Lisäksi pyöröpaalautta voidaan tehdä hyvinkin pienellä henkilömäärällä.

Tavoitteena oli selvittää kustannustehokkain pyöröpaalauksen koneketju. Työssä esitellään pyöröpaalauksen yleisimmät koneketjut, muovisidontaa ja pyöröpaalauksen historiaa. Koneketjujen kustannukset on laskettu oletuksien perusteella. Laskelmissa oletetaan, että kaikissa koneketjuissa on ollut sama niittokone, sama pelto ja sama satotaso. Työssä vertailtavat koneketjut olivat: yksikköpaalain verkkosidonnalla ja käärijä, yksikköpaalain verkkosidonnalla ja tuubikärijä, yksikköpaalain muovisidonnalla ja tuubikärijä, yhdistelmäpaalain verkkosidonnalla ja yhdistelmäpaalain muovisidonnalla. Lisäksi työhön haastateltiin viljelijöitä siten, että jokaiseen koneketjuun tuli ainakin yksi haastattelu. Aihe on kiinnostava, koska tilojen kannattavuus on ajoittain vaakalaudalla. Tiloilla pyritään tekemään mahdollisimman hyviä säästöjä, jolloin on tärkeää, että rehunkorjuumenetelmä on kustannustehokas.

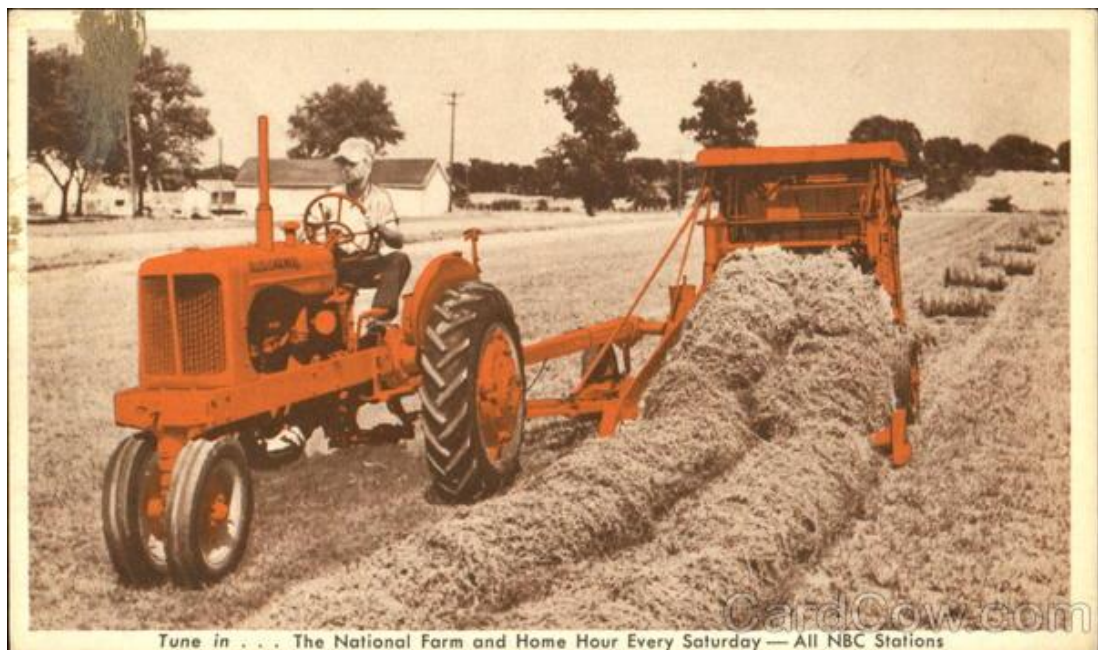
1.2 Maitoa ja naudanlihaa Keski-Suomesta -koulutushanke

Maitoa ja naudanlihaa Keski-Suomesta on koulutushanke. Viisivuotista koulutushanketta hallinnoi Jyväskylän ammattikorkeakoulun Luonnonvarainstituutti. Projektin tarkoituksena on tarjota keskisuomalaisille tuottajille koulutuksia, opintomatkoja kotimaassa ja ulkomaille, tukitoimintaa investoiville yrittäjille sekä pienryhmiä, joiden koulutukset räätälöidään juuri kyseiselle pienryhmälle sopiviksi. Projektin rahoittajana toimii Euroopan unionin maaseuturahasto, Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2007-2013. Yksityisrahoitusosuus on 10 %, ja se kerätään osallistumismaksuina sekä yritysysteistyökumppaneilta, joita ovat mm. Saarioinen, Osuuskunta maitosuomi, Osuuskunta Itämaito, HkAgri ja Maitomaa. Projekti alkoi syksyllä 2008 ja sen oli määrä päättyä syksyllä 2011, mutta projekti on saanut kaksi kertaa jatkoai-

kaa, joten nyt projekti jatkuu syksyyn 2013 saakka. (Maitoa ja naudanlihaa Keski-Suomesta koulutushanke 2013.)

2 PYÖRÖPAALAUKSEN HISTORIA

Suomen ensimmäinen pyöröpaalain vuonna 1954 oli Allis-Chalmersin valmistama Roto-Baler. Roto-Baler paalaimia valmistettiin vuodesta 1947 vuoteen 1960 saakka. Lopetukseen mennessä niitä oli myyty maailmanlaajuisesti yli 74 500 yksikköä. Pyöröpaalit olivat pieniä sikarimaisia pötköjä (ks. kuvio 1). Koneesta pystyi säätämään paalin halkaisijaa ja tiiviyttä jonkin verran. Vasta 1970-luvulla pyöröpaalaimet alkoivat yleistyä kunnolla, mutta silloinkin se oli suurimpien lihakarjatilojen työkone. Pyöröpaalainta vierastettiin vielä 1980-luvun loppupuolella, koska pelättiin varisemistappioita. 1990-luvulla pyöröpaaleihin alettiin säilöä tuorerehua AIV-liuoksen kanssa tai ilman ja pyöröpaaleja alettiin käyttää varastoina pellonlaidoilla. Rehun ollessa tuoretta ei varisemistappiotakaan päässyt enää syntymään. (Suomen maatalouden historia: suurten muutosten aika 2004, 211–214; Koneellistuva maataloutemme 1987, 193–196; Hasert 2001)



KUVIO 1. Ensimmäinen pyöröpaalain teki pieniä paaleja (Cardcow 2013)

3 PYÖRÖPAALAUUS

3.1 Pyöröpaalaus Suomessa

Useimmilla maitoa tai naudanlihaa tuottavilla tiloilla ruokinta koostuu 50-prosenttisesti tai yli 50-prosenttisesti säilörehusta, joten se on ylivoimaisesti tärkein perusrehu. Sen takia hyvän säilörehun tuottamiseen kannattaa panostaa. (Säilörehunurmi 2013.) Pyöröpaalaus on yksi yleisimmistä tavoista korjata nurmirehua. Pyöröpaaleihin voi säilöä myös olkea tai viljaa, mutta pääsääntöisesti puhutaan nurmirehun, säilörehun tai nurmisäilörehun korjuusta.

Suomessa noin puolet koko nurmirehusta säilötään paaleihin. (Lohenoja 2009.) Pyöröpaalausketjussa on monia etuja. Pyöröpaali on yksittäispakkaus, jolle voidaan antaa yksikköhinta. Erilaatuisia rehuja on helppo jaotella, ja ne pysyvät erillään toisistaan. Lypsykarjatiloiilla on yleistä, että hiehoille ja ummessa oleville lehmille syötetään kuitupitoisempaa ja myöhemmin korjattua rehua. Samoin toimitaan tiloilla joissa on emolehmiä ja sonneja. Sonnit tarvitsevat kasvaakseen hyvälaatuista rehua, mutta emoille sama rehu on liian energiapitoista. Paalit toimivat hyvänä lisänä tiloilla, joilla on säilörehu laakasiilossa tai aumassa, koska aukaistu siilo tai auma on lämpimällä kelillä herkkä pilaantumaan. Kuljetusmatkat vähenevät korjuuaikana, koska paalit voidaan varastoida pellolle ja kuljettaa syöttöpaikalle hiljaisempina kautena. (Pentti 2003.)

3.2 Toimintatekniikka

Pyöröpaalaimen toimintatekniikka on yksinkertainen. Noukin nostaa karheen sullojan tai silppurilaitteiston läpi paalikammioon. Paali muotoutuu sitä mukaan, kun paalikammio täyttyy. Paalin saavuttaessa täyden kokonsa paali sidotaan tavasta riippuen joko narulla, verkolla tai muovilla. Verkkosidonta on syrjäyttänyt narusidonnan lähes kokonaan ja muovisidonta on tulossa vahvasti markkinoille. Sidottu paali poistetaan paalikammioista avaamalla hydraulilla paalikammion takaseinä. Sidottu paali kääritään erillisellä käärijällä tai paalaimen yhdistetyllä käärintälaitteella. Muovia on suositeltavaa laittaa kuudesta kahdeksaan kerrosta, jotta paali säilyy varmasti. Muovikalvo kiristetään paalin pintaan, jolloin paali on anaerobinen, eli hapeton. Muovikal-

von kanssa on syytä olla varovainen käärimän jälkeisessä siirtelyssä ja kuljetuksessa, sillä pienetkin reiät haittaavat paalin säilyvyyttä. Myös linnut voivat aiheuttaa ongelmia nokkimalla paaleihin reikiä. (Maatilatalouden teknologia 2005,121; Ketola 2011, 29-30; Ohtamaa & Schroderus 2009, 17.)

Nykyään lähes kaikki paalaimet on varustettu silppurilaitteistolla. Silppurilaitteistossa on 13–26 terää, joiden määrä vaihtelee valmistajan mukaan. Paalaimet tekevät keskimäärin 42- 62 millimetrin pituista silppua. Silpun pituuteen vaikuttavat mm. karheen paksuus, terien määrä ja terien leikkaavuus. (Ohtamaa & Schroderus 2009, 17).

Silputtu heinä edesauttaa paalien säilyvyydessä. Säilyvyyden kannalta olisi tärkeää, että paali olisi tiivis joka puolelta. Silputtu heinä tiivistyy pitkää heinää paremmin, jolloin paalin kuutiopaino nousee 15 – 25 prosenttia (Maatilatalouden teknologia 2005, 122). Terät voidaan kytkeä päälle ja pois yleensä traktorin ohjaamosta hallintalaitteella. Joissakin paalaimissa on paalausohjelmia, jotka kytkevät terät automaattisesti pois käytöstä, ennen kuin paali on täynnä. Näin paalin pintaan tulee muutaman sentin paksuinen kerros pitkää heinää ja paali pysyy paremmin kasassa myös aukaisun jälkeen.

Säilöntäaineen käyttäminen ei ole pyöröpaaleissa välttämätöntä, mutta se on mahdollista. Osa viljelijöistä ja urakoitsijoista eivät halua käyttää koneissaan varsinkaan happoa, koska pelkäävät sen syövyttävien koneita. Nykyiset hapot syövyttävät koneita huomattavasti vähemmän kuin 1980–90-luvuilla käytössä olleet hapot, jolta ajalta monien kokemukset juontavat. Korjuukoneilla tehtäessä vuosittain tuhansia paaleja korjuukone kuluu mekaanisesti huomattavasti enemmän kuin, mitä happo siinä ajassa syövyttäisi. Pyöröpaalin kuiva-ainepitoisuuden ollessa alle 40 prosenttia säilöntäaineesta on merkittävää hyötyä paalin säilyvyydessä ja rehun maittavuudessa. (Karttunen 2004.) Korjuukoneissa hapon aiheuttamaa syöpymistä voi vähentää, jos hapot-timen kautta päästetään puhdasta vettä paalauksen päätyttyä ja ennen paalaimen viemistä talvivarastoon se pestään ja rasvataan kunnolla.

3.3 Muuttuvakammioinen ja kiinteäkammioinen pyöröpaalain

Pyöröpaalaimet jaotellaan kahteen pääluokkaan: muuttuvakammioisiin ja kiinteäkammioisiin. Muuttuvakammioisessa paalaimessa heinä, jonka noukin kerää kammioon, rullautuu alusta lähtien jousikuormitetun hihnaston (ks. kuvio 2) tai kuljetuselevaattorin puristuksessa vähitellen täysikokoiseksi paaliksi. Hihnaston tai ketjuston kulkurata toimii siten, että niistä muodostuva ”kammio” laajenee paalin säteen suurentuessa. Näin paalista muodostuu tasatiukka keskustasta ulkokehälle asti.

(Maatilatalouden teknologia 2005, 121.)



KUVIO 2. Muuttuvakammiosen pyöröpaalaimen hihnasto (New Holland 2013)

Kiinteäkammioisessa paalaimessa on nimensä mukaisesti kiinteä kammio, eikä sillä voi muuntaa paalin kokoa yhtä paljon, kuin muuttuvakammioisella. Kiinteäkammioisella paalaimella voidaan säätää paalin halkaisijaa valmistajasta riippuen noin 5 - 15cm. Kiinteäkammioisessa paalaimessa on telat (ks. kuvio 3), jotka pyörivät ja muodostavat paalin. Kun paalikammio on lähes täynnä nurmea, alkaa varsinainen puristusvaihe, jolloin paalaimen esisäädetty hydraulikka puristaa paalin tiukaksi. Kiin-

teäkammioisella paalaimella tehdyistä paaleista tulee usein keskeltä hieman löysiä, mutta pinnasta erittäin tiukkoja. (Ohtamaa & Schroderus 2009,17.)



KUVIO 3. Kiinteäkammioisen paalaimen telat (Agronic 2013)

Aiempien tutkimustietojen perusteella on ajateltu, että muuttuvakammioisella pyöröpaalaimella saadaan kiinteäkammioista pyöröpaalainta tiukemmat paalit. Tutkimuksessa, jossa tutkittiin ruokohelpipaalin tiheyttä, ei paalintihetyksissä kuitenkaan ollut eroja. Tätä on selitetty teknisillä eroilla. (Lötjönen 2008.)

Pyöröpaalin koko vaihtelee valmistajasta ja kammiotyyppistä riippuen. Yleisimmin paalin leveys on 120-123 cm. Paalin halkaisija voi olla muuttuvakammioisella tehtynä minimissään 90cm ja maksimissaan jopa 180cm. Kiinteäkammioisella tehtyjen paalien halkaisija on noin 125-135 cm. (Krone 2009.)

4 PYÖRÖPAALAUKSEN KONEKETJUT

4.1 Koneketjut

Koneketju syntyy, kun työmenetelmiä ja yksittäisiä koneita sovitetaan yhtenäiseksi ketjuksi. Sadonkorjuutöissä korjuukone, eli tässä tapauksessa pyöröpaalain, on koneketjun tärkein kone. Koneketju ollessa tasapainoinen työtä hidastavia pullonkauloja ei pääse syntymään. Koneketju kannattaa suunnitella ja mitoittaa siten, että koneketjun tärkein kone saisi käydä ilman taukoja. Koneketjun hyvä suunnittelu on erityisen tärkeää ns. sesonkitöissä, kuten rehunkorjuussa, koska työhön käytettävä aika on suhteellisen lyhyt ja koneketjun työsaavutuksen tulisi olla mahdollisimman suuri. Pelkillä koneilla ei pystytä muodostamaan koneketjua, vaan työntekijöiden määrä on avainasemassa koneketjua suunniteltaessa. (Ketola 2011,12.) Viljelijän on pohdittava, kuinka paljon hän on valmis käyttämään itsensä lisäksi muuta työvoimaa ja onko hänellä koneketjun jokaiseen osaan toimivat koneet ja osaavat henkilöt.

Työsaavutus kertoo koneketjun toiminnasta. Työsaavutuksella kuvataan sitä, kuinka monta hehtaaria satoa saadaan korjattua pellolta tunnin aikana. Yleensä koneketjulle asetetaan työsaavutustavoite, mutta usein se ei onnistu olosuhteista ja yllättävistä häiriötekijöistä johtuen. Häiriötekijöitä voivat olla mm. sään yllättävä muuttuminen tai konerikko. Sään muuttumiseen ei voida vaikuttaa, mutta konerikkoja voidaan ennakoida hyvällä huoltamisella ja oikealla ajotekniikalla. (Ketola 2011,15.) Pyöröpaalauksessa voidaan hyödyntää lyhyetkin poutajaksot sään ollessa vaihtelevaa, koska koneketjun toiminta voidaan aloittaa ja lopettaa nopeasti. Muovilla kääritty pyöröpaali on täysin valmis paketti, eikä vesisade pääse pilaamaan rehusatoa. (Pentti 2010a.)

4.2 Yksikköpaalain ja käärijä

Yksikköpaalain (ks. kuvio 4) ja käärijä (ks. kuvio 5) koneketjussa tarvitaan kaksi traktoria, niihin kuljettajat sekä erilliset työkonemat. Ensimmäisellä traktorilla vedetään yksikköpaalainta, joka voi olla kiinteä- tai muuttuvakammioinen. Toisella traktorilla käytetään käärintälaitetta. Paalit kuljetetaan pellon laitaan varastoon käärimisen yhteydessä.



KUVIO 4. Yksikköpaalain (Agronic 2013)



KUVIO 5. Yksikkökäärijä (Agronic 2013)

Tiloilla voi olla käytössä myös koneketju, joka vaatii kolme traktoria ja kuskit. Ensimmäinen paalaa, toinen käärii paalin kohdassa, johon paalain on sidotunpaalin pudottanut ja kolmas kuljettaa ne paalipihdeillä pellon laitaan varastoon. Tai vaihtoehtoisesti niin, että käärijä odottaa varastointikohdassa, kun toinen traktori kantaa paaleja käärijälle. Tässä mallissa menee käärimiseen vähemmän aikaa, mutta toisaalta taas tarvitaan työvoimaa enemmän ja kolmas traktori. Kokonaisuudessa koneketju on hyvin toimiva ja varma ketju, mutta se sitoo monta konetta, työvoimaa menee paljon ja hyvät työntekijät voivat olla hukassa.

4.3 Yksikköpaalain ja tuubikäärijä

Koneketjun toimintaan tarvitaan kiinteä- tai muuttuvakammioinen paalain sekä tuubikäärijä. Paalit voidaan sitoa joko verkolla tai muovilla. Tuubikäärijä voi olla polttomoottorikäyttöinen tai traktorikäyttöinen, kuten kuviossa 6, mutta sen lastaamiseen tarvitaan joka tapauksessa traktoria. Traktoria tarvitaan luonnollisesti myös paalaimen vetämiseen. Paalit voidaan kääriä tuubikäärijällä joko pellon laitaan tai ne voidaan kuljettaa tilakeskukseen tuubitukseen sidottuna joko verkolla tai muovilla. Jos paalit kuljetetaan tilalla paalauksen jälkeen, sen on tapahduttava välittömästi, etteivät paalit ala lämmetä. Paalien kuljetus tilalle paalauksen jälkeen vaatii sesonkiaikaan työvoimaa, mutta toisaalta paalien kuljetus ei ole enää myöhemmin edessä.



KUVIO 6. Tuubikäärijässä voi käyttää muovilla tai verkolla sidottuja paaleja (Agronic 2013)

Tuubeja tehdessä pellon laitaan voidaan käyttää myös seuraavanlaista koneketjua; traktori ja pyöröpaalain, traktori ja peräkärri, traktori karrin ja tuubikärijän lastaamiseen. Eli sidotut paalit kuormataan peräkarrin ja peräkärillä viedään paalit lähemmäksi kärijiä. Tällä mallilla tehdessä edestakainen ajomatka pellolla vähenee, mutta se sitoo yhden työntekijän, traktorin ja peräkarrin enemmän.

Tuubikäriji on erittäin kustannustehokas kärintämuovin vähäisen menekin takia, koska paalien päätyji ei tarvitse kärijiä. Tuubikäriinnässä paalaajan tulee olla huolellinen, jotta paaleista tulisi mahdollisimman samankokoisia ja muotoisia sekä tiukkoja. Paalien korkeuden vaihdellessa tuubista tulee epätasainen, jolloin muovi venyy saumakohtissa vaarallisen paljon. Ongelmia voi myös syntyä, jos paalien päädyt eivät ole tasaisia, jolloin paalit eivät mene tiukasti kiinni toisiinsa. Jos kaikki paalit eivät ole tiukkoja, niin keskellä tuubista oleva löysi paali voi alkaa pilaantumaan ja samalla pilaata useamman paalin tuubista. (Pentti 2010a.)

4.4 Yhdistelmäpaalain

Yhdistelmäpaalain eli paalinkäriji on nimensä mukaisesti paalaimen ja kärijän yhdistelmä. Yhdistelmäpaalaimen suuri etu on siinä, että sillä voi tehdä toista paalia samanaikaisesti, kun toinen paali on kärintäpöydällä. Traktorin kuljettaja voi halutessaan pudottaa paalin kärintäpöydältä samanaikaisesti, kun toista paalia sidotaan tai missä tahansa kohtaa peltoa. Sidonnan jälkeen paalain avautuu, paali siirtyy kärintäpöydälle ja paalain sulkeutuu. Kuljettaja voi lähteä paalaamaan uutta paalia saman tien, kun kärintä tapahtuu automaattisesti.

Koneketjussa tarvitaan periaatteessa vain yksi traktori, kone ja kuljettaja. Yhdistelmäpaalaimella paalit jäävät pellolle levälleen ja ne on käytävä keräämässä paalauksen jälkeen. Kerääminen olisi suositeltavaa suorittaa mahdollisimman pian paalauksen jälkeen. (Pentti 2010a.)

Koneketju on tehokas, koska ei tarvitse hankkia montaa erillistä konetta, vaan paali saadaan kerralla valmiiksi yhdellä koneella. Toisaalta taas yksittäisen koneen hinta on jopa kalliimpi kuin erillään olevat paalain ja kärijiä. Yhdistelmäkone saadaan kannat-

tavaksi ja edulliseksi silloin, kun sille saadaan suuri vuosittainen käyttötuntimäärä. Ongelmaksi voi koitua löytää pätevä kuljettaja paalien kasaukseen, koska käärimän jälkeen paaleja tulisi käsitellä hyvin varoen eikä niihin saisi tulla reikiä.

4.5 Koneketjuihin vaadittavat traktorit

Koneketjut tarvitsevat toimiakseen oikeanlaiset traktorit. Optimaalisinta olisi, jos samaa traktoria voidaan hyödyntää eri työvaiheissa. Pyöröpaalaus onnistuu tavallisella traktorilla ilman ylimääräisiä lisävarusteita, kunhan traktorissa on riittävästi tehoa paalaukseen. Lisävarusteet, kuten portaaton vaihteisto, on jokaisen viljelijän tai urakoitsijan oma valinta. (Rossi 2013.)

Tehon tarve määräytyy käytettävän työkoneen mukaan. Yksikköpaalaimen käyttöön vaadittava tehon määrä on noin 120hv. Laskelmissa käytetyssä traktorissa on noin 140hv. Yhdistelmäpaalain tarvitsee enemmän tehoa, kuin yksikköpaalain. Yhdistelmäpaalain on painoltaan suurempi ja se tarvitsee isomman öljyntuoton. Tarvittava teho on tällöin yli 160hv. Suuremmasta tehon määrästä ei ole haittaa, vaan sillä taataan, että paaleista tulee tiukkoja ja ilmatiiviitä. Heikkotehoisempi traktori jaksaa pyörittää paalainta, mutta siitä saattaa loppua voima paalin täytyessä eikä paaleista saada riittävän tiukkoja säilyvyyden takaamiseksi. Käärijät, yksikkökäärijä tai tuubikäärijä, eivät tarvitse tehokasta traktoria, sillä työhön käy teholtaan noin 60-100hv traktori. (Mt.)

Portaattomasta vaihteistosta on etua pyöröpaalauksessa, koska nopeutta ja voimanottokierroksia on helpompi sovittaa yhteen. Portaattoman etu on myös siinä, että se säästää polttoainetta, eikä sopivaa vaihdetta tarvitse etsiä. (Mt.)

Jos paalaimessa ja traktorissa on kuormantunteva hydraulikkajärjestelmä, se säästää koneita. Kuormantunteva hydraulikka kehittää painetta ja virtausta vain sen verran, kun on tarve, joten koneet rasittuvat vähemmän, kun öljyn jäähdytystarve on pienempi. Samalla traktori kuluttaa vähemmän polttoainetta. Kuormantuntevaa hydraulikkajärjestelmää ei ole yksikköpaalaimissa eikä sitä ole kaikissa traktoreissa, varsinkaan vanhemmissa. (Mt.)

Yksikkökäärijä ja paalien kasaus ovat kuormitukseltaan pieniä. Näihin koneketjun osiin tarvitaan riittävä hydraulikka. Paalien kasaus onnistuu parhaiten traktorin etukuormaajalla, mutta paalipihtejä on olemassa myös nostolaitesovitteisena.

5 SIDONTA JA KÄÄRINTÄ

5.1 Verkkosidonta

Pyöröpaalauksen yleistyessä paalit sidottiin narulla, mutta verkkosidonta on syrjäyttänyt narusidontan lähes kokonaan. Narusidonta on edelleen käytössä, mutta pääasiassa puhutaan verkko- tai muovisidonta.

Verkko toimii paalauksessa yhtenä mekaanisena säilöntäaineena. Sidontaverkon ansiosta paali pysyy tiukkana (ks. kuvio 7) ennen käärintää ja vielä käärinnän jälkeenkin. Jos verkkoa ei laiteta tarpeeksi montaa kierrosta, paalin tullessa kammiosta ulos se laajenee ja vetää ilmaa sisäänsä. Verkko venyy aina hieman, mutta jos venymisessä puhutaan useista senteistä, niin sidontaverkkoa on selvästi liian vähän. Tarpeeksi suurella verkkomäärällä taataan, että paali pitää kokonsa ja se pysyy muodokkaana ja sitä kautta säilyy hyvin. Kaksi kierrosta sidontaverkkoa ei pidä paalia tarpeeksi hyvin kasassa. Suositeltava verkkomäärä on 2,5 – 4 kierrosta riippuen paalattavan materiaalin laadusta. Paalatessa oikein kuivia ja liukaspintaisia olkia, kuten vehnänolkia tai ruokohelpiä, ei välttämättä neljäkään kierrosta riitä. Jotta verkotusmekanismi toimisi hyvin, paalaimesta kannattaa aika ajoin teroittaa verkonkatkaisuterä. Terän ollessa tylsä se ei leikkaa verkkoa kunnolla poikki ja verkotus takuilee. Joissakin malleissa kertyy heinän pölyä, kuivahkoa rehua paalatessa, verkon katkaisuterän saranoihin. Silloin terä ei pääse lyömään alas asti eikä verkko katkea kunnolla. (Pentti 2010b.)



KUVIO 7. Verkkosidottu paali (Pentti 2010a)

5.2 Muovisidonta

Muovisidonta toimii kuten verkkosidonta, mutta verkon sijasta käytetään muovia (ks. kuvio 8). Muovisidonnassa käytetty muovi on samankaltaista muovia kuin käärinnässä käytetty, mutta se on leveämmässä rullassa eikä siinä ole limaa. Paalikammion täytyessä ohjainlaite ilmoittaa paalin olevan täynnä, jolloin traktori pysäytetään. Paalaimessa on aikaviive, ja ajan kuluttua sidontalaitteisto syöttää muovia muutama kymmenen senttiä köytenä, ja sen jälkeen muovi leviää täyteen leveyteen. Sidontamuovia suositellaan käytettäväksi 3,5 kerrosta. Muovisidonta ei lisää kustannuksia, koska tilanteessa, jossa on käytetty verkkosidontaa, tarvitaan useampi muovikerros, jotta rehu säilyy. Muovisidontaa käyttäessä neljä kerrosta riittää. Samalla muovi on tasaisemmin, eikä päädyissä ole paksua kerrosta.



KUVIO 8. Muovilla sidottu paali (Agronic 2013)

Muovisidonnalla on monia etuja. Rehun ollessa kuivahkoa sen kariseminen vähenee verkkosidontaan verrattuna, koska kaikki jää muovin sisälle talteen. Paalia purettaessa, erityisesti talvella, työ helpottuu, kun kaikki muovit irtoavat kerralla ilman verkon repimistä. Varsinkin kosteisiin paaleihin verkko jäätyy helposti rehun pintaa, eikä ole suotavaa, että verkkoa pääsisi rehun mukana nautojen ruokintaan. Sidontamuovi toimii myös sadesuojana esimerkiksi olkipaaleille, jotka sidotaan vain muovilla eikä niitä kääritä ollenkaan.

5.3 Käärintämuovi

Pyöröpaalauksen onnistumiseen tarvitaan hyvä käärintä ja laadukasta muovia, jotta paali säilyy ilmattomana ja hyvälaatuisena. Käärinnässä tärkeimpiä asioita on, että paalit ovat lieriön muotoisia, muovin esikiristys ja limitys ovat riittäviä sekä paalien oikeanlainen käsittely käärinnän jälkeen. Markkinoilla on myynnissä useita käärintämuoveja, joiden markkinaosuudet pysyvät lähes samoina vuodesta toiseen. Muovien laatuun on tärkeää kiinnittää huomiota. Laadukas muovi on vaaleaa, tuoretta, se kestää esikiristuksen ja siinä on UV-suojaus. (Värri 2008.)

Käärintämuovin laatu heikkenee vanhetessaan. Muovi haurastuu ajan myötä ja muovien pinnassa olevan liiman liimautumiskyky heikkenee. Muovien alkuperäiset ominai-

suudet säilyvät kahdesta kolmeen vuoteen. Muovirullien tuoteselosteisiin merkitään pakkauspäivä, joten se on syytä tarkistaa ennen käyttöä. Hyvälaatuisen ja tuoreen muovin on kestettävä 70 prosentin esikiristys, jolloin se saadaan paalin pintaan riittävän kireälle ja paalista tulee ilmatiivis. Muovi on liian heikkolaatuista, jos siihen syntyy pieniä reikiä jo esikiristyksessä. Esikiristyksen takia ei ole suositeltavaa käyttää vanhentunutta muovia. (Mt.)

Markkinoilla on myynnissä valkoista, vaaleanvihreää ja mustaa muovia. Musta muovi on Euroopassa suosittua, ja se on hinnaltaan hieman edullisempaa kuin vaaleat muovit. Valkoinen väri on osoittautunut käytössä parhaaksi, koska sillä on paras UV-säteilyn vastainen ominaisuus. Lähes yhtä hyvin UV-säteilyä kestää vaaleanvihreä muovi. Mustaa muovia ei suositella käytettäväksi kuin syyspaalaukseen, jolloin ei ole enää polttavaa auringonpaistetta. Värin lisäksi UV-säteilyltä paaleja suojaava muovissa oleva UV-suojaus. Auringon aiheuttaman UV-säteilyn perusvaikutus on 80 kilolangleyttä, joten käärintämuovissa on oltava vähintään sitä vastaava suojaus, mieluusti enemmänkin. Vanhentuneessa muovissa sen UV-suojaus on heikentynyt ja se ei kestä säteilyä vaan, päästää lävitseen happea, jolloin paali alkaa pilaantua. (Mt.)

5.4 Käärityn paalin käsittely

Käärittyä pyöröpaalia tulee käsitellä varoen, koska muovi on herkkä rikkoutumaan. Kääritty paali tulisi siirtää välittömästi varastointipaikalle, kun se on tullut koneesta ulos. Siirron tärkeys tulee ilmi erityisesti silloin, kun paalataan märkää rehua, eli silloin kun rehun kuiva-ainepitoisuus on alle 35 prosenttia. Paali, jossa on alhainen kuiva-ainepitoisuus, on huomattavasti painavampi, kuin kuivasta rehusta tehty paali. Suuri paino rasittaa muovia. Muovi saattaa venyä ja se rikkoutuu helpommin. Märkä paali on koneesta tulesaan tiukka, mutta hetken päästä vesi valuu alaspäin ja paali lötkistyy. Lötkähtäneitä paaleja on hankala saada paalipihteihin ja niitä joudutaan käsittelemään kovakouraisesti. Paalin kuiva-ainepitoisuuden ollessa yli 40 prosenttia paali voi odottaa siirtoa jopa muutaman viikon, koska silloin säilyminen ei enää perustu maitohappokäymiseen vaan rehun kuivuuteen. Tällöin paali ei pilaannu niin herkästi. (Pentti 2010a.)

Koneiden valmistajasta ja mallista riippuen paalit ovat koneesta tullessaan joko pystyssä tai lappeellaan. Joissakin malleissa on mahdollisuus poistaa kääntäjä (ks. kuvio 9) käytöstä, joka on varsin kätevä urakoinnissa, koska toiset viljelijät haluavat säilyttää paalit pystyssä ja toiset lappeellaan. Molemmissa säilytystavoissa on omat hyvät ja huonot puolensa. (Mt.)



KUVIO 9 Pystyynkääntäjä on mahdollista irroittaa (Agronic 2013)

Pystyssä olevaa paalia on helppo alkaa käsittelemään, koska sitä voi lähestyä mistä suunnasta tahansa. Paalin kääntäminen lappeeltaan pystyasentoon on yleensä ”kovakouraisin” työvaihe, jolloin työvälineiden tulee olla kunnolliset ja hellävaraiset. Työväline, yleisimmin paalipihti, on riittävän hellä kesällä paalien kääntämiseen ja varastoon kuljettamiseen, mutta talvella hellävarainen pihti voi aiheuttaa ongelmia, kun paalin pinnassa on jäätä ja se on liukas. Paaleja säilytettäessä pystyasennossa paalien päädyt saattavat olla koveria, jolloin paalien päälle kertyy vettä. Pystyasennossa säilyttämistä puoltaa myös se, että paalien päädyissä on yleensä useampi kerros muovia kuin sivulla, jolloin se kestää vaihtuvia säätiloja ja lintuja paremmin. (Mt.)

Suosituksien mukaan paalien alla pitäisi olla tiivistettyä mursketta ja säilytyspaikan tulisi olla normaalia maanpintaa korkeammalla. Tiivistetty murske paalien alla estää jyrssiöiden pääsyn paaleihin alapuolelta. Paalit olisi suositeltavaa suojata myös päältä. Päällä oleva suojaus suojaa paaleja linnuilta. Useimmilla tiloilla suosituksia ei kuitenkaan noudateta eikä paalien säilyvyydessä ole huomattu ongelmia. (Mt.)

6 KUSTANNUKSET

Pyöröpaalauksessa iso osa kustannuksista syntyy konekustannuksista. Koneiden lisäksi kustannuksia tulee työntekijöistä, sidontatarvikkeesta (verkko tai muovi) sekä käärinnässä käytettävästä muovista. Pyöröpaalirehusta on kuitenkin mahdollista saada edullisempaa huomioimalla esikuivatuksen tärkeys, pyöröpaalin kokoa kasvatamalla ja muovia säästävillä ratkaisuilla, kuten tuubikäärinnällä ja muovisidonnalla.

Niitosta puhuttaessa tarkoitetaan lähes aina niittomurskausta. Niittomurskauksen tavoitteena ei ole katkoa rehua, vaan heinän, tai muun kasvin, korren pinnan vaha-kerrosta rikotaan tasaisesti. Niittomurskauksen ansioista rehu alkaa kuivua tasaisesti ja esikuivatusajasta saadaan mahdollisimman lyhyt, joka edesauttaa sääriskin minimoinnissa. Sopiva esikuivatusaika on kuudesta kuuteentoista tuntia, mutta aikaan vaikuttaa niitetyn rehun märkyys ja sää. Esikuivatuksella nostetaan pyöröpaalien kuiva-ainepitoisuutta. Ylimääräinen vesi vie paalissa tilaa rehulta ja paaleihin tulee turhaa painoa. Pyöröpaalin kuiva-ainepitoisuuden ollessa 30 prosenttia yhteen paaliin saadaan puolet enemmän rehua, kuin kuiva-ainepitoisuuden ollessa 20 prosenttia. Ylimääräisen veden takia paaleista ei saada riittävän tiukkoja ja käärinnän jälkeen paalit menettävät ryhtinsä, jolloin muovin ja rehun väliin pääsee ilmaa, ja paalin säilyminen on epävarmempaa. (Pentti 2010a.)

Pyöröpaalin suuri koko ei välttämättä vähennä kustannuksia paalien tekovaiheessa, mutta vähentää pyöröpaalien määrää ja sitä kautta syntyviä logistiikkakustannuksia. Pyöröpaalin halkaisijaa kasvatamalla yhteen paaliin saadaan mahtumaan enemmän rehua. Paalin leveyden ollessa 1,23 metriä ja halkaisijan ollessa 1,25 metriä paalin tilavuus on 1,5 m³. Paalin halkaisijaa kasvatettaessa 1,5 metriin paalin tilavuus kasvaa 2,2 kuutiometriin, jolloin paaliin mahtuu rehua yli puoli kuutiometriä enemmän. Oletuksen ollessa, että hehtaarilta tulisi 20 kappaletta ensimmäisen laskun mukaisia paaleja, niin vastaavasti isompia paaleja hehtaarilta tulisi silloin noin 14 kappaletta. (Mt.)

Vaikka suuri koko kuulostaa houkuttelevalta tulisi muistaa, että suurempi paali on 25 prosenttia painavampi kuin pieni paali, jos niissä on samanlaatuista rehua. Suurempi

paino vaatii yhden kierroksen verkkoa enemmän, jotta paali pysyisi muodokkaana, jolloin verkotuskustannukset nousevat (ks. taulukko 1). Lisäksi suuri paino ja koko voi aiheuttaa ongelmia paalien käsittelyssä kuten kuljetuksessa ja ruokinnassa jos suuri paali ei mahdu rehunjakokoneeseen.

PAALINHALKAISIJA	1,25 M	1,5 M
Tilavuus	1,5 m ³	2,2 m ³
Paalimäärä hehtaarilta	20	14
Kehän pituus	3,9 m	4,7 m
Verkotuskustannus / paali. Verkkoa 3 kierrosta	0,65 €	0,78 €
Verkotuskustannus hehtaarilla	13 €	11 €
Verkotuskustannus/paali. Pie- net 3 kierrosta, isot 4 kierrosta	0,65 €	1,04 €
Verkotuskustannus hehtaarilla	13 €	14,60 €

TAULUKKO 1. Verkotuskustannus nousee, kun suureen paaliin laitetaan kierros enemmän verkkoa

Koneketjusta riippuen yhdellä muovirullalla voi saada erimäärän paaleja kääritty rehun laadusta tinkimättä. Muovia säästäviä ratkaisuja ovat tuubikäärjä ja muovisidonta. Muovin säästöä on kuvattu tarkemmin luvussa 8.2.

7 LOGISTIIKKA

7.1 Pyöröpaalien kuljetus

Kuten kaikki muukin rehu, niin pyöröpaalitkin on kuljetettava tilalle. Pyöröpaalien etu on siinä, että ne voidaan varastoida pellolle sadonkorjuuaikana ja kuljettaa tilakeskukseen vasta, kun kiireisin sesonkiaika on ohitse. Paaleja voi kuljettaa myös talvella, mutta silloin ongelmaksi saattavat koitua jäiset paalit, jotka eivät meinaa pysyä paalipihdeissä sekä kuorman sitominen saattaa olla jopa vaarallista, jos paalikuorman päälle täytyy kiivetä.

Kuorman sitominen voi olla haasteellista. Paalikuorman sidonnassa on oltava huolellinen ja kuorma on sidottava hyvin, koska lain (L 6.11.2002/989) mukaan kuorma on sidottava siten, ettei se voi aiheuttaa vaaraa henkilöille, vahingoittaa omaisuutta tai laahata maata. Monet sitovat paalikuormat kuormaliinoilla, mutta niiden saaminen korkean kuorman päälle voi olla hankalaa, koska kuormat ovat usein korkeita, kuten kuviossa 10. Kuormien sidontaa helpottaisivat hydraulisesti nousevat laidat, jolloin kuormaa ei tarvitsisi sitoa, koska laidat pitävät paalit kyydissä. Hydraulisesti nousevat laidat pitäisivät myös jäiset paalit laitojen sisällä.



KUVIO 10. Kuormaliinojen saaminen korkealle voi olla hankalaa (Tiainen 2012)

Tuubikääritysten ja yksittäiskääritysten paalien ero korostuu paalien kuljettamisessa. Yksittäiskäärityksiä paaleja voi kuljettaa tilakeskukseen suuren määrän vuodenaikasta riippumatta ilman, että ne alkavat pilaantua. Tuubista haettaessa paaleja voidaan hakea kerralla vain muutaman päivän tarpeen verran pilaantumisriskin takia. Pakkasajan aikaan, kun pilaantumisriskiä ei ole, paaleja voi hakea tuubista suuremmankin määrän.

Paalien kuljettamiseen tarvitaan siihen sopiva kärry. Kärryjä löytyy markkinoilta monenlaisia, mutta myös itse tehdyt ovat yleisiä. Joillakin tiloilla pyöröpaalien kuljetta-

miseen käytetään koneenkuljetuslavettia, jolloin esimerkiksi kaivinkoneen ja pyöröpaalien kuljettamiseen ei tarvita omia kärriä.

7.2 Yksitystiet

Osa Suomen tieverkostosta koostuu yksityisteistä. Ne ovat teitä, joita pitkin pääsee valtion ja kuntien ylläpitämiltä maanteiltä ja kaduilta yksittäisille kiinteistöille. Kiinteistön omistajien, jotka käyttävät tietä ovat tieosakkaita. Tieosakkaan velvollisuus on vastata omalla kustannuksellaan tienpidosta, eli rakentamisesta ja kunnossapidosta niin sanotulla tiemaksulla. Tiemaksu määräytyy sen mukaan, kuinka paljon kiinteistön omistajat käyttävät tietä. Tiemaksun määräytymisperusteeksi jokaiselle lasketaan tieyksiköt. Maatiloilla on yleensä melko suuret tiemaksut, koska tonnikipometrejä kertyy raskaasta liikenteestä, kuten rehujen kuljetuksesta, paljon. (Tiekunta tutuksi ja toimivaksi 2010.)

Viljelijähaastatteluiden mukaan yksityistiehoitokuntien kanssa on sujunut hyvin. Viljelijän tulisi huomioida, ettei paaleja tai muuta raskasta kuljeteta kelirikon aikaan. Tiehoitokunnat tuntuvat olevan suosiollisia pyöröpaalaukselle, koska kaikkea rehua ei ajeta kesällä pölyisimpään aikaan.

8 LASKELMAT

8.1 Viljelijähaastattelut

Laskelmia varten tehtiin viljelijähaastatteluita. Haastatteluiden apukysymykset ovat liitteessä 1. Haastateltavat viljelijät ovat tekijän itsensä valitsemia. Haastatteluihin valittiin sellaisia henkilöitä, jotka ovat viljelijöinä aktiivisia ja jotka ovat kiinnostuneita pyöröpaalauksen koneketjuista. Haastateltavat ovat Keski-Suomen alueelta. Haastatelussa selvitettiin yleisimpiä tietoja tilojen koneketjuista, kuten koneketjujen keskimääräistä työtehokkuutta, koneiden kokoluokkaa ja käyttöaikaa, muovin ja verkon käyttömäärää sekä tilan työvoimaa rehunkorjuussa. Haastatteluja tehtiin neljä kappaletta.

Koneketju, josta ei saatu viljelijähaastattelua, oli pyöröpaalain muovisidonnalla ja tuubikäärinjä, koska sitä ei ole vielä tällä hetkellä kenelläkään viljelijällä Suomessa käytössä. Kyseistä koneketjusta tietoa saatiin koneen valmistajalta.

Laskelmissa on laskettu jo aiemmin esiteltyjen koneketjujen kustannukset. Laskelmat on tehty Excel-taulukkolaskentaohjelmalla viljelijähaastattelujen ja omien kokemusten kautta saaduilla arvoilla.

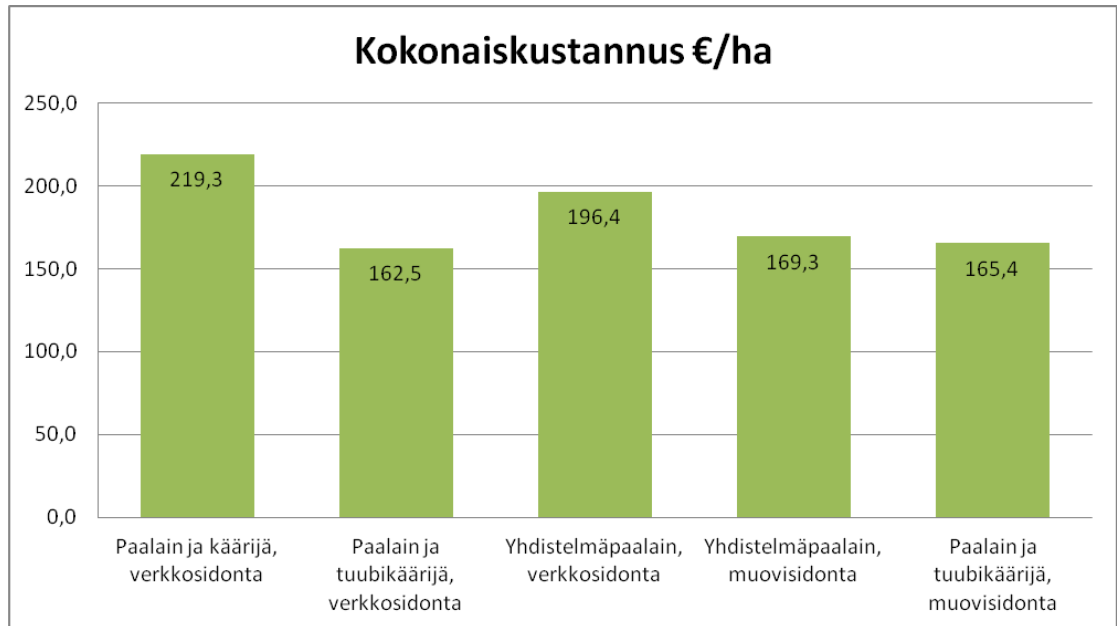
8.2 Oletukset ja hinnat

Lähtökohtana käytettiin kaikkien koneiden osalta uusien koneiden hintoja ns. listahintoja. Koneiden hinnat on saatu maatalouskaupasta ja koneiden valmistajalta. Koneiden jäännösarvo arvioitiin konemyyjän kanssa. Keskimääräiset käyttöajat arvioitiin siten, että traktoreilla se on seitsemän vuotta, pyöröpaalaimilla neljä vuotta ja käärimillä sekä paalipihdillä kymmenen vuotta. Hintatiedot ja tuntikustannukset löytyvät liitteestä 2. Hintatiedot sidontaverkolle, sidontamuoville ja käärintämuoveille saatiin maatalouskaupasta.

Laskelmat tehtiin olettaen, että kaikilla on samankokoinen ja -muotoinen peltolohko, sama satotaso ja kuiva-ainepitoisuus sekä samanlainen niittomurskain. Laskelmiin ei ole laskettu niittokustannusta eikä kustannuksia, kun paalit kuljetetaan tilakeskukseen. Oletuksena on, että satoa tulisi 20 paalia hehtaarilta. Koneiden vuosikustannukset laskettiin arvioimalla siten, että traktoreihin tulisi käyttötunteja 800 tuntia vuodessa. Rehunkorjuukoneiden vuosikustannus laskettiin hehtaariohtaisen työmenekin kautta ja olettamalla, että tilalla olisi 100 hehtaaria peltoa, josta korjataan säilörehu kaksi kertaa vuodessa.

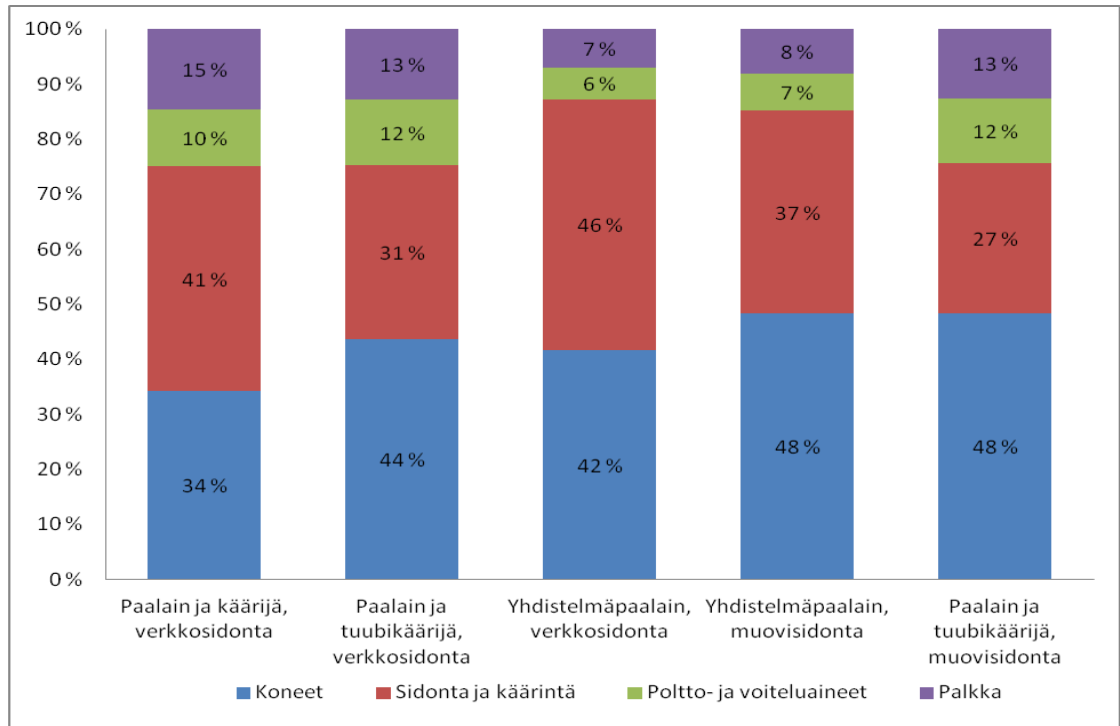
Laskelmista pyrittiin tekemään mahdollisimman totuudenmukaiset, mutta se ei ollut täysin mahdollista, koska kustannukset vaihtelevat aina tilakohtaisesti. Esimerkiksi paalien kasauksessa kustannukseen vaikuttaa paljon, minkä muotoinen peltolohko on, kuinka levällään paalit ovat ja paalien kantomatka lohkolla. Laskelmista haluttiin selvittää kustannustehokkain koneketju, ja kuinka muovisidonta vaikuttaa kustannuksiin.

8.3 Laskelmien tulokset



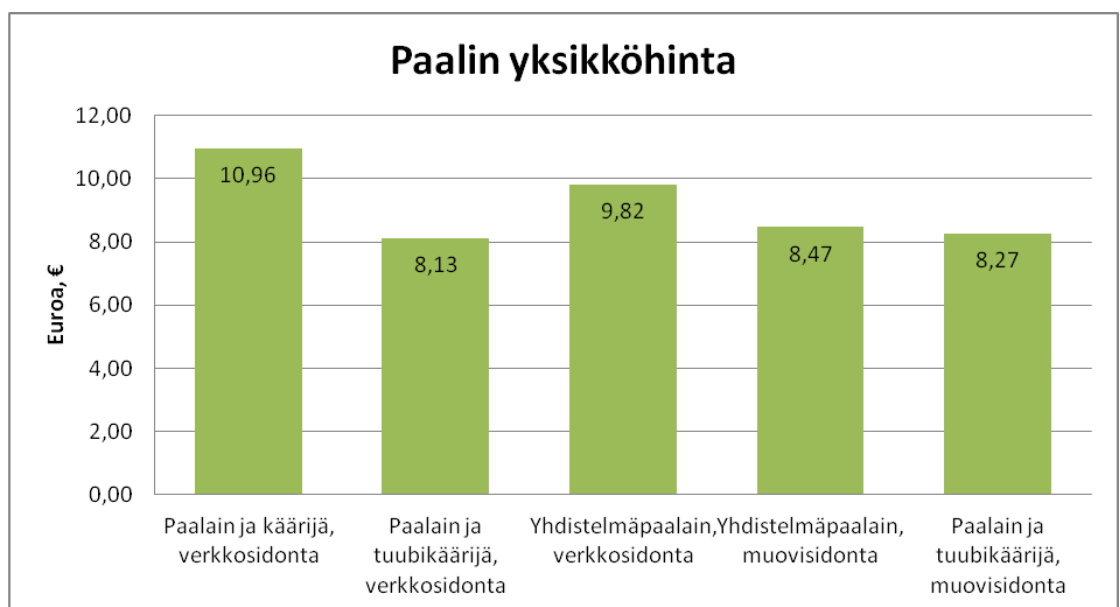
KUVIO 11. Kokonaiskustannuksien määrä

Laskelmat laskettiin muodossa euroa hehtaaria kohden. Kokonaiskustannuksiin (ks. kuvio 11) on laskettu konekustannukset, poltto- ja voiteluaineet, sidontaverkko/-muovi, käärintämuovi sekä palkka. Suurin kokonaiskustannus oli koneketjussa, jossa oli yksikköpaalain verkkosidonnalla ja käärijä. Kokonaiskustannukseksi muodostui 219,3 €/ha. Alhaisin kokonaiskustannus oli koneketjussa, jossa oli yksikköpaalain verkkosidonnalla ja tuubikärijä. Kokonaiskustannus oli kyseisessä koneketjussa 162,5 €/ha. Kuten kuviosta ilmenee kolmen koneketjun kokonaiskustannukset ovat hyvin lähellä toisiaan.



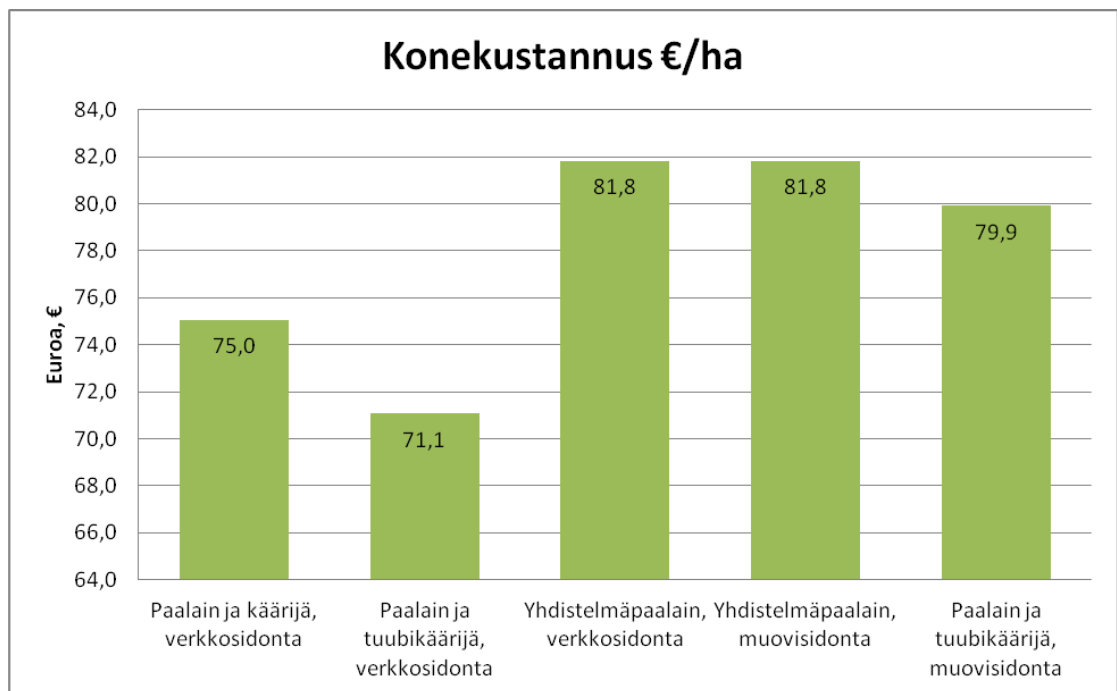
KUVIO 12. Kustannusten jakautuminen

Kuviosta 12 selviää, kuinka kustannukset jakaantuvat eri tekijöiden välillä. Suurimpia tekijöitä olivat konekustannukset sekä sidonta ja käärintä. Poltto- ja voiteluaineiden osuus ei ollut kovin suuri. Palkkakustannus vaihteli jopa puolelle koneketjusta riippuen. Kustannuksia on tarkasteltu tarkemmin seuraavissa kuvioissa.



KUVIO 13. Paalin yksikköhinta, jos hehtaarilta saadaan 20 paalia

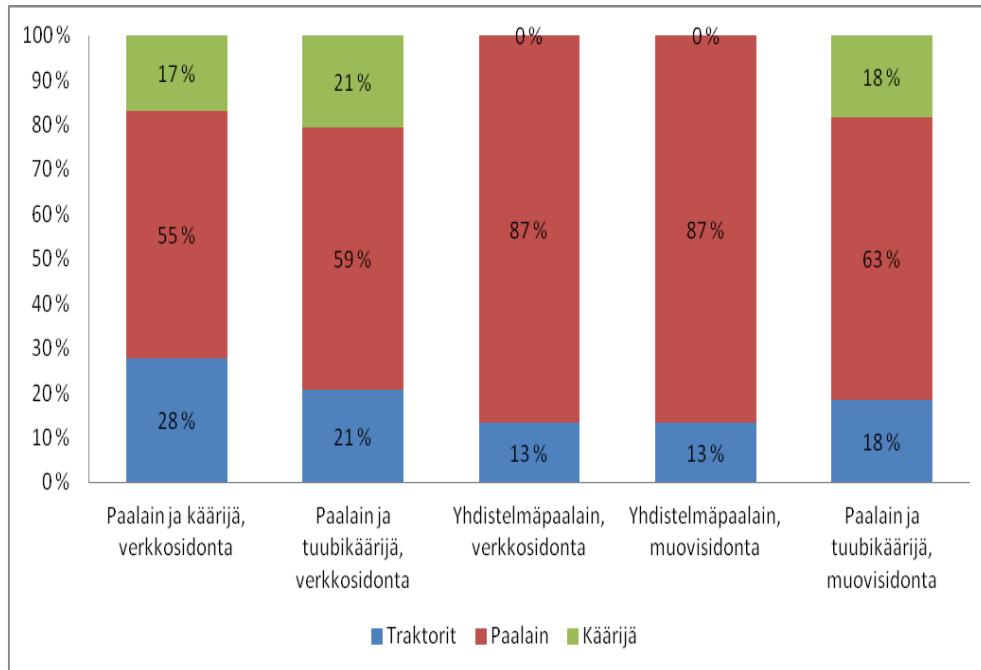
Kuviossa 13 on kuvattu yhden paalin arvoa. Arvot ovat vertailukelpoisia lähtökohtien samanlaisuuden takia. Oletuksen mukaan kaikissa koneketjuissa paalit on tehty samanlaisesta rehusta ja paalien koko on sama. Suurimmat paalien arvot tulivat paalain ja käärijä sekä yhdistelmäpaalain koneketjuissa, joissa oli verkkosidonta. Tämän kuvion mukaan edullisin paali tehtäisiin koneketjulla, jossa on yksikköpaalain verkkosidonnalla ja tuubikäärjä. Hyvin lähelle samaa hintaa pääsee yksikköpaalaimella, jossa on muovisidonta, yhdistettynä tuubikäärjään. Kalleimman ja edullisimman paalin välillä on 2,83 euroa. Oletuksien mukaisella tilalla tulee vuosittain 4000 paalia, jolloin ero voi olla vuosittain yli 11 000 euroa. On kuitenkin muistettava, että kaikki koneketjut eivät käy samoille tiloille ja ratkaisut ovat aina tilakohtaisia.



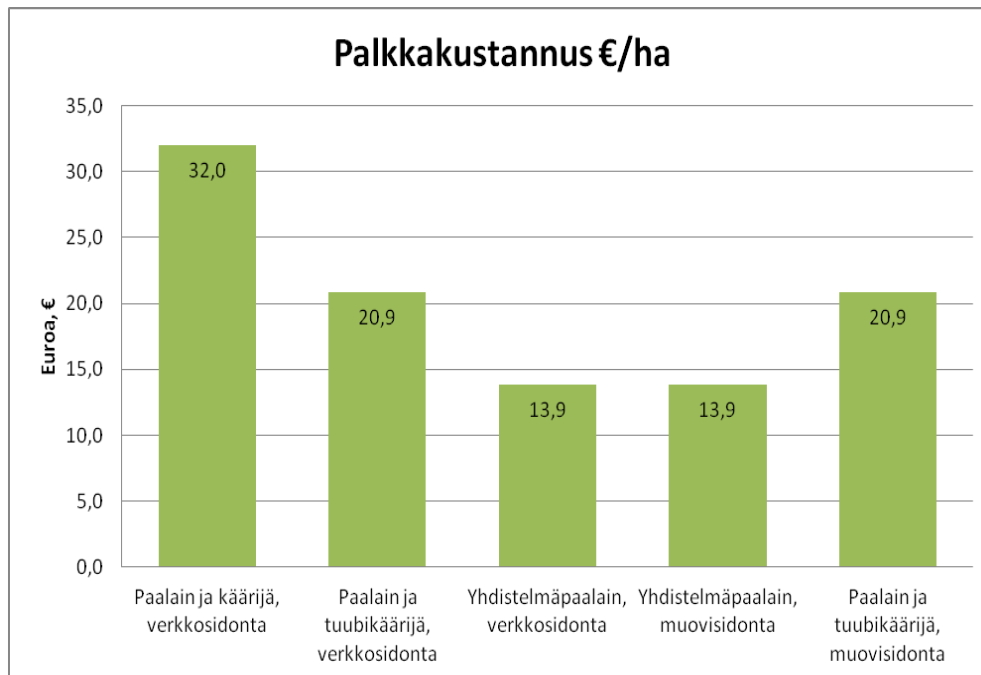
KUVIO 14. Konekustannusten määrä hehtaaria kohden

Konekustannuksiin (ks. kuvio 14) on laskettu koneketjussa tarvittavien koneiden kustannukset yhteensä. Laskelmien perusteella voidaan todeta, että yhdistelmäpaalainta käyttävissä koneketjuissa on suurimmat konekustannukset. Kuviossa 15 on kuvattu kustannusten jakaantumista eri koneille. Kuvioista nähdään, että yhdistelmäkoneella on suuren konekustannuksen lisäksi myös suurin prosentuaalinen osuus kustannuksista. Laskelmiin on huomioitu myös paalipihdin käyttö. Paalipihdeistä aiheutuva

kustannus oli noin 0,25 euroa hehtaarille, ja sen ollessa suhteellisen pieni sitä ei huomioitu kuvaajissa ollenkaan.

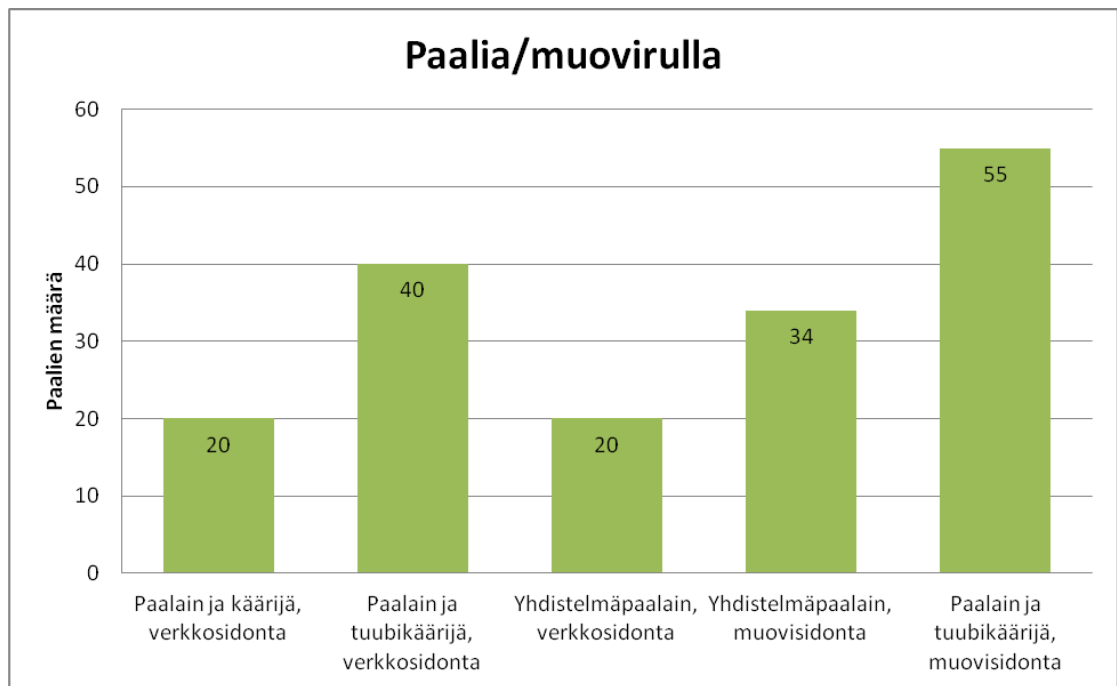


KUVIO 15. Kustannusten jakaantuminen



KUVIO 16. Palkkakustannus vaihtelee suuresti koneketjusta riippuen

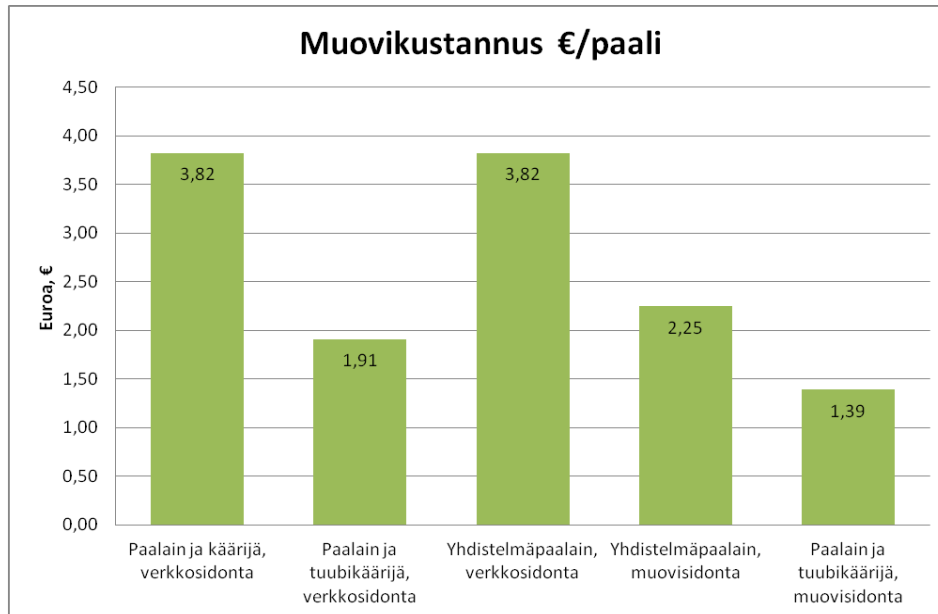
Hehtaarilta syntyvä palkkakustannus (ks. kuvio 16) on laskettu hehtaarin työmenekin mukaan ja työntekijöiden määrän mukaan. Tuntipalkaksi oletettiin 14,90 euroa. Suurin palkkakustannus syntyy paalaimen ja käärijän muodostamasta koneketjusta, koska sen työsaavutus on heikko muihin verrattuna. Vaikka yhdistelmäpaalaimista aiheutuu suuret konekustannukset, niin niissä palkkakustannus voi olla jopa puolet vähemmän kuin suurimmat palkkakustannukset aiheuttavassa koneketjussa. Syy tähän on se, että ketjussa on todella hyvä työsaavutus ja se on tehokas.



KUVIO 17. Käärintämuovirullalla saatavien paalien määrä on vaihteleva

Yhdellä muovirullalla saatava paalimäärä (ks. kuvio 17) vaihtelee todella suuresti koneketjusta riippuen. Paalimäärään vaikuttaa se, kuinka monta kerrosta käärintämuovia yhtä paalia kohden laitetaan. Paalimäärä voi vaihdella koneketjusta riippuen kahdestakymmenestä viiteenkymmeneenviiteen paaliin. Koneketjussa jossa on paalain muovisidonnalla ja tuubikäärjä saadaan yhdellä rullalla paljon paaleja. Tämä johtuu siitä, että muovilla sidotut paalit eivät tarvitse niin paljoa käärintämuovia ja siitä, että tuubikäärjää käyttäessä muovia ei mene paalien päätyjen käärimiseen. Paalin sitominen kustantaa verkkosidonnalla 0,65 euroa ja muovisidonnalla 0,87 euroa.

Muovikustannus on suoraan verrannollinen muovirullalla saatavaan paalimäärään. Käärintämuovirullan hinta vaihtelee vuosittain ja myös kauppojen välillä on eroja. Laskelmassa yhden muovirullan hinta oli 76,4 (veroton) euroa. Kalleimmillaan muovikustannus paalia kohden (ks. kuvio 18) oli 3,82 euroa ja edullisimmillaan 1,39 euroa. Näiden hintojen erotus on 2,43 euroa, mikä tarkoittaa oletuksien mukaisella tilalla 9720 euron eroa.



KUVIO 18. Paalia kohden laskettu muovikustannus

8.4 Yhteenveto

Mikään koneketjuista ei ole automaattisesti edullisin ja ykkönen, vaan kaikissa on omat puolensa. Laskelmien mukaan voidaan todeta, että yksikköpaalaimesta ja käärijästä muodostuva koneketju on kallis. Kyseisen koneketjun konekustannukset eivät ole suuret, mutta kustannuksia lisää huomattavasti työn hitaus, suuret palkkakustannukset ja suuri muovinkulutus. Lähes samoissa hinnoissa on yhdistelmäpaalain verkkosidonnalla. Siinä on suuret konekustannukset, eikä sillä saa säästettyä muovia. Kyseistä koneketjua puoltaa se, että siinä on pienet palkkakustannukset ja työtehoaltaan se on erittäin tehokas.

Yhdistelmäpaalaimen (verkkosidonnalla) kalleus ja heikkous olivat yllättäviä. Koneketjussa on suuret konekustannukset, eikä muovia säästäviä keinoja voida käyttää.

Muovia säästävin ratkaisu oli yksikköpaalain muovisidonnalla ja tuubikäärjä, mutta kokonaiskustannuksia tarkastellessa se ei pärjää yksikköpaalaimelle verkkosidonnalla ja tuubikäärjälle. Yksikköpaalain, jossa on muovisidonta, on lähes 10 000 euroa kalliimpi kone kuin yksikköpaalain, jossa on verkkosidonta. Muovi on sidontamateriaalina kalliimpi paalia kohden kuin verkko, mutta vastaavasti säästö tulee käärintämuovin menekissä.

Jotta koneketju olisi kustannustehokas, sen tulisi olla muovia säästävä, työmenekiltään tehokas ja se ei saa sitoa montaa työntekijää.

9 POHDINTA

Työn tavoitteena oli tuottaa puolueetonta tietoa pyöröpaalauksen koneketjuista ja selvittää kustannustehokkain koneketju. Tietoa kerättiin kirjoista, artikkeleista ja Internet-sivuilta. Asiaa on kerrottu jonkin verran myös omien kokemusten ja oppiman perusteella.

Työn alussa käydään läpi pyöröpaalauksen historiaa, koska oli mielenkiintoista tutkia, mistä nykyiset pyöröpaalaimet ovat lähteneet kehittymään. Työssä esiteltiin pyöröpaalauksen toimintatekniikkaa ja yleisimmät koneketjut. Lisäksi käsiteltiin muita pyöröpaalauksessa oleellisia asioita kuten eri sidontatavat, käärintä, paalien kuljetus sekä kustannukset.

Kustannukset olivat iso osa työtä, koska niiden perusteella etsittiin kustannustehokkainta koneketjua. Kustannuksia laskettaessa jouduttiin tekemään oletuksia. Jos laskelmat olisi tehty täysin viljelijähaastattelujen perusteella, niin niistä ei olisi tullut niin totuudenmukaisia kuin mitä niistä tuli, koska kustannukset ovat hyvin tilakohtaisia. Laskelmien tulokset olivat mielenkiintoisia ja niistä on varmasti hyötyä henkilöille, jotka suunnittelevat pyöröpaalauksen koneketjua omaan käyttöön tai urakointiin.

Laskelmien kautta saatiin mielenkiintoisia tuloksia. Aiempi vastaavanlaisia tutkimuksia ei ole. Koneiden valmistajien Internet-sivuilla voi olla laskelmia, mutta niiden luotettavuuden suhteen on oltava kriittinen. Yleensä koneiden valmistajat tekevät laskelmat siten, että saatu tulos on heille suotuinen. Tässä työssä esitetyt laskelmat on tehty täysin puolueettomasti.

Laskelmista ei suoranaisesti saatu vastausta kustannustehokkaimpaan koneketjuun. Laskelmista kuitenkin selvisi, millaisilla asioilla koneketjusta saadaan kustannustehokas. Kustannustehokkaassa koneketjussa kuluu mahdollisimman vähän muovia, koneilla on hyvä työsaavutus ja työvoiman tarve on vähäinen.

Muoviteollisuus kehittyy jatkuvasti. Markkinoilla on jo maatuvia biojätepusseja. Tulevaisuuden haasteena valmistajat voisivat kehitellä biohajoavan käärintämuovin, jon-

ka voisi haudata tai kompostoida ja joka sulaisi osaksi maaperää. Muovijäte on monilla tiloilla suuri ongelma eikä sen hävittäminen ole ilmaista. Tulevaisuuden toiveena viljelijöillä olisi liima sidontamuoviin, jolloin paali kestäisi sidottuna paremmin. Liima voisi kuitenkin aiheuttaa koneissa toimintaongelmia, kun sitä tarttuu sidontalaitteistoon.

Opinnäytetyö oli prosessina haastava. Uskon, että työlle on kysyntää, koska vastaavantlaisia töitä ei ole tehty. Työ oli erittäin mielenkiintoinen sekä opettavainen ja koken, että voin käyttää tätä hyödykseni tulevassa työelämässä. Työnaihe oli itselleni hyvin läheinen, koska olen ollut koneiden kanssa tekemisissä jo pienestä asti ja kesäisin teen työkseni pyöröpaalausta. Olen seurannut suurella mielenkiinnolla uusia kehityksiä pyöröpaalainmarkkinoilla. Muovisidonnan tullessa markkinoille halusin tutkia, millaisia säästöjä saataisiin aikaan erilaisilla koneketjuilla. Siitä ajatuksesta kehittyi opinnäytetyö.

LÄHTEET

Agronic. 2013. Valmistajan Internet-sivut. Kuvien käyttöluva puhelimitse 9.4.2013. Viitattu 9.4.2013. <http://www.agronic.fi>.

Cardcow. 2013. Kuvan käyttöluva sähköpostitse 9.4.2013. Viitattu 9.4.2013. <http://www.cardcow.com>.

Hasert, J. 2001. Allis-Chalmers Innovation. Viitattu 14.3.2013. http://www.toytractorshow.com/ac_inovation.htm.

Karttunen, J. 2004. Rehunkorjuuketjun suunnittelulla minimoidaan pullonkauloja. Maito ja Me 4/2004. Viitattu 7.4.2013. http://ammattilaiset.valio.fi/maitojame/mm4_04/rehuketju.htm.

Ketola, J. 2011. Säilörehun korjuun tehostaminen. Yhteistoiminnan vaikutus esikuivatun säilörehun korjuuseen. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Maa- ja metsätalouden yksikkö, Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma. Viitattu 15.3.2013. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105066572>.

Koneellistuva maataloutemme. 1987. Toim. O. Näri. Vaasa: Vaasa.

Krone. 2009. Krone comprima. Valmistajan esite.

L 6.11.2002/989. Tieliikennelaki. Säädstietopankki Finlex. Viitattu 15.4.2013. <http://www.finlex.fi> , ajantasainen lainsäädäntö.

Lohenoja, S. 2009. Paalirehua taloudellisesta. Nauta 2, 40-41.

Lötjönen, T. 2008. Korjuutappiot ja paalintiheys ruokohelven kevätkorjuussa. Maataloustieteen päivät. Viitattu 30.3.2013. http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es041.pdf.

Maatilatalouden teknologia. 2005. Toim. R. Tiainen. Helsinki: Opetushallitus.

Maitoa ja naudanlihaa Keski-Suomesta koulutushanke. 2013. Jyväskylän ammattikorkeakoulun Internet-sivut. Viitattu 20.2.2013. <http://www.jamk.fi>, Tutkimus- ja kehitystyö,
Maitoa ja naudanlihaa Keski-Suomesta.

New Holland. 2013. Valmistajan Internet-sivut. Kuvan käyttöluva puhelimitse 8.4.2013. Viitattu 8.4.2013. <http://www.agritek.fi/newholland>.

Ohtamaa, M. & Schroderus, H. 2009. Peltosalmen koulutilan rehuntuotantoketjun suunnittelu. Opinnäytetyö. Savonia- ammattikorkeakoulu, Luonnonvara-ala, Maaseu-

tuelinkeinojen koulutusohjelma. Viitattu 15.3.2013. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-200905253145>

Pentti, S. 2003. Kustannukset rehun pyöröpaalauksesta. Käytännön maamies 6/03, 19-20.

Pentti, S. 2010a. Mistä on kunnan säilörehu ja pyöröpaalit tehty. Urakointi uutiset. Viitattu 5.4. 2013. <http://www.urakointiuutiset.fi>, uutiset

Pentti, S. 2010b. Paalirehun edut. Urakointi uutiset. Viitattu 5.4.2013. <http://www.urakointiuutiset.fi>, uutiset.

Rossi, V. 2013. Paalausurakoitsija. Haastattelu. 9.4.2013.

Suomen maatalouden historia: suurten muutosten aika. 2004. Toim. P. Markkola. Jyväskylä: Gummerus.

Säilörehunurmi. n.d. Farmit Internet-sivut. Viitattu 6.2.2013. <http://farmit.fi/kasvinviljely>, nurmikasvit, säilörehunurmi.

Tiainen, T. 2012. Valokuva.

Tiekunta tutuksi ja toimivaksi. 2010. Tieyhdistys Internet-sivut. Viitattu 10.4.2013. <http://www.tieyhdistys.fi/binary/file/-/id/3/fid/105>.

Värri, M. 2008. Laatu ratkaisee käärintämuovin valinnan. Käytännön maamies 7/08, 28-30.

LIITTEET

Liite 1 Viljelijähaastattelun apukysymykset

- Tilan tiedot:
 - Työvoima rehunteossa
 - Säilörehun korjuuala
 - Korjukerrat / vuosi
 - Satotaso
 - Keskimääräinen matka pelloilta tilakeskukseen
- Tilan koneet:
 - Rehunkorjuussa käytettävät traktorit ja niiden teho
 - Niittomurskaimen tiedot
 - Paalaimen ja käärijän tiedot
 - Miksi juuri nämä koneet pyöröpaalauksessa
 - Koneiden hankintahinta ja käyttöaika
- Yhteistyö ja urakointi
 - Onko urakointia tai onko koneet yhteisiä
 - Kuinka yhteiset koneet tai urakointi on toiminut
 - Millä perusteella koneet hankitaan

- Kuka maksaa ja mitä

- Paalien kuljetus

- Keskimääräinen matka pelloilta tilakeskukseen

- Kuinka paalit kuljetetaan

- Kuinka yksityistiehoitokunnat ovat suhtautuneet

- Kuljetetaanko paalit kesällä vai talvella

- Muuta

- Kustannusten määrä. Polttoaine, verkko, muovi

- Koneketjun tehokkuus, työaika hehtaaria kohden

- Miksi pyöröpaalaus

- Onko valintaan vaikuttanut esim. työvoima, etäisyydet, pellot, yhteistoiminta

- Koneketjun heikkoudet ja pullonkaulat

Liite 2 Koneluettelo

Oletuksena 100ha säilörehua, 2 korjuuta vuodessa.						5 %	2,5 %	0,10 %					
Koneet	Kesto- aika	Kapasiteet- ti	Jälleenhan- kinta-arvo	JA % JHA:sta	Jäännös- arvo	Korko €/v	Poisto €/v	Kunnossa- pito €/v	Vakuutus €/v	Säilytys €/v	Vuotuis- kustannus yht. €/v	Käyttö/vuosi	Käyttökust- annus €/tunti
Traktori	7	100hv	48456,0	45 %	21805,2	1756,5	3807,3	1211,4	48,5	300,0	7123,6	800,00	8,9
Traktori	7	137hv	61369,2	50 %	30684,6	2301,3	4383,5	1534,2	61,4	300,0	8580,5	800,00	10,7
Traktori	7	163hv	69337,8	50 %	34668,9	2600,2	4952,7	1733,4	69,3	300,0	9655,7	800,00	12,1
Traktori ja etukuormain	7	100hv	56971,8	50 %	28485,9	2136,4	4069,4	1424,3	57,0	300,0	7987,1	800,00	10,0
Pyöröpaalain, verkkosidonta	4		36036,9	35 %	12612,9	1216,2	5856,0	900,9	36,0	300,0	8309,2	180,00	46,2
Käärijä	10		17463,1	30 %	5238,9	567,6	1222,4	436,6	17,5	300,0	2544,0	250,00	10,2
Pyöröpaalain, muovisidonta	4		44000,0	35 %	15400,0	1485,0	7150,0	1100,0	44,0	300,0	10079,0	180,00	56,0
Tuubikäärjä	10		20336,1	30 %	6100,8	660,9	1423,5	508,4	20,3	300,0	2913,2	100,00	29,1
Yhdistelmäpaalain, verkko	4		74733,1	55 %	41103,2	2895,9	8407,5	1868,3	74,7	300,0	13546,4	120,00	112,9
Yhdistelmäpaalain, muovi	4		74733,1	55 %	41103,2	2895,9	8407,5	1868,3	74,7	300,0	13546,4	120,00	112,9
Paalipihti	10		1145,3	35 %	400,9	38,7	74,4	28,6	1,1	100,0	242,9	400,00	0,6